

論文題目
ガミースマイルを伴う矯正治療患者における
口唇運動の三次元解析

荻原 美希

大学院歯学独立研究科 硬組織疾患制御再建学講座
(主指導教員:影山 徹 准教授)

松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士(歯学)学位申請論文

Title Three-dimensional analysis of lip movement
in orthodontic patients with gummy smile

Ogiwara Miki

Department of Hard Tissue Research, Graduate School of Oral

(Chief Academic Advisor : Associate Professor Toru Kageyama)

The thesis submitted to the Graduate School of Oral Medicine,
Matsumoto Dental University, for the degree Ph.D. (in
Dentistry)

緒言

笑顔は、日常生活において我々が最も目にする表情の一つであり、ポジティブな情動を示すコミュニケーション信号となる。矯正治療では、咬合および口元を主とした顔貌が改善することから、口唇の形態変化が注目されてきた¹⁾。正常咬合者のスマイルについて、口唇運動を三次元的に観察すると、口角・上唇は上方へ移動し下唇では下方に移動し、頬は前上方に移動することが石川ら²⁾により示されている。笑顔の再現性については、顎顔面の二次元分析では、唇すぼめ、ポーズドスマイル、自然発生的なスマイル及び積極的なスマイルは再現性が高いとの報告があるが、三次元的な分析における笑顔の再現性の報告はない。

不正咬合者のスマイルについて、上顎前突者と骨格性下顎前突者のスマイル時の軟組織の動きと治療後の変化については、治療後口角の動きが上方へ改善することが示されている²⁻⁵⁾。ガミースマイルは、フルスマイルの時に上顎の歯肉が露出した状態であり、歯肉の露出が2mmを超えると魅力的ではないと判断することが示されている^{6,7)}。近年、美容的観点から患者の主訴を改善するため、ガミースマイルを伴う不正咬合を治療した症例が報告された^{8,9)}。しかし、ガミースマイルを伴う不正咬合者の口唇の動きについては報告がない。そこで、本研究では、ガミースマイルを伴う矯正治療患者のスマイル時の口唇の動きについて三次元解析ソフトウェアを用いて解析し、正常咬合者の口唇の動きとの関連性について比較検討した。

研究方法

I. 被験者

本研究に同意の得られた18歳以上の正常咬合者34名（男性23名，平均年齢21.1歳±2.3歳，女性11名，平均年齢20.4歳

±2.3 歳) およびガミースマイルを伴う矯正治療患者 (以下, ガミースマイル群) 15 名 (平均年 23.4 歳 ±5.4 歳) の女性を対象とした。ガミースマイル群は上顎歯頸部より上唇下縁までの距離が 3mm 以上であり, 初診時の側貌セファロ分析において上前顔面高 (N-ANS) が平均値内の矯正治療患者を対象とした。本研究は松本歯科大学倫理委員会に認可され (No.0251), 被験者に対して研究の趣旨を説明し, 同意を得た。

II. 方法

本研究で使用した三次元画像撮影システムの構成を示す (図 1)。三次元画像の撮影原理は 2 台のデジタルカメラを用いて対象物を複数の異なる方向から同時に撮影することにより, カメラの画素の位置情報から奥行き方向の情報も計測する原理を用いている。カメラは, 1台は被写体の正面, もう 1 台は被写体を上方 45 度から撮影する向きで上下に設置し, 上下のカメラ間にプロジェクターを縦一列となるように設置し, デジタルカメラ 2 台およびプロジェクターをそれぞれ三脚で固定した。カメラには一眼レフレンズ (AF NIKKOR 28mm F2.8D, ニコン (株), 東京) を装着したデジタルカメラ (ニコンデジタルカメラ D90, ニコン (株), 東京) を 2 台使用した。撮影は赤外線レリーズを使用し, 2 台の撮影を同期した。作成したステレオ写真の画像データは SD カード (Transcend) からノートパソコン (Vostro3500, DELL, USA) に取り込み, 三次元計測には QM-3000 (3D イメージメジャー QM-3000, 株式会社トプコンテクノハウス, 東京) を使用した。カメラの主点位置, 画面 (焦点) 距離, レンズ歪みを求めるために, カメラのキャリブレーションはカメラキャリブレーションソフトウェア (QMCalib, 株式会社トプコンテクノハウス, 東京) を用いて行った。

1. スマイルの表出と撮影

スマイルの表出のため, 自然なポーズドスマイルとフルスマイ

ルのスマイルができるまで被験者に練習させた。その際、被験者がリラックスできるよう会話を行い、練習中でみられた自然なスマイルを撮影することを伝えた。閉唇時、ポーズドスマイルとフルスマイルの撮影(図2)については、イヤードによる頭部固定は行わず可能な限り体動を自制するよう指示し、無理のない自然な状態の座位で撮影した。ポーズドスマイルは撮影時には「歯が見えるように笑って下さい」と言葉かけを行うことによって自発的なポーズドスマイルを獲得した。フルスマイルは撮影時に「出来るだけ上下口唇を上下方向に、口角を上外側にいっぱい広げて笑って下さい」と言葉かけを行うことによってフルスマイルを獲得した。

2. 基準点の検証

閉唇時とスマイル時を比較する際の基準点の安定性を検証するため、Dahlberg'sの方法¹⁰⁾に従い検証を行った。被験者6名(正常咬合者3名,ガミースマイル者3名)の顔面皮膚上に、スマイル動作中の皮膚の動きが少ないと考えられる左右側内眼角から40mm上方の点,鼻尖の3カ所にレトロターゲット(ターゲットφ3/φ6強粘着,株式会社トプコンテクノハウス,東京)を貼付し、閉唇時、ポーズドスマイルとフルスマイルの動作5回を1セットとして日時を変えて2セットの計10回撮影した。左側内眼角から40mm上方の点,右側内眼角から40mm上方の点,鼻尖の三次元座標X,Y,Zを測定し、標準偏差(SD),標準誤差(Se)を算出した。標準誤差は0.001~0.409の小さい安定した値を示した。以上の結果より、本研究では上記3点を基準点とした三角形で直行座標系を構築し、計測中の頭部の動きはこの座標系を用いて補正することとした。また、三角形の重心を求め、原点(0,0,0)とした。

3. ステレオ画像計測の手順

1)被験者にレトロターゲットを貼付した。貼付位置は、基準となる3点(左右内眼角上方,鼻尖)に加え、上唇中央部,下唇中

央部，左右口角部，左右頬部とした（図3）。頬部の貼付位置は，左右鼻翼側縁を結んだ線と，この線に対して瞳孔を通る垂線との交点とした。

2)基準点として設定した左右内眼角上方および鼻尖の三点を結んでできる基準三角形の重心を原点として，三次元直行座標系を構築した。左右内眼角上方の点を結んだ辺に平行で基準三角形の重心を通る横方向の線をX軸とし，X軸に直交し原点を通る線で上下方向を示す直線をY軸，基準三角形に直交し，原点を通る線で前後方向を示す線をZ軸とした。被験者の正面顔面像において左側，上方，前方向が+，右側，下方，後方向が-の座標値とした。

3)2台のカメラのキャリブレーションをキャリブレーションソフト（カメラキャリブレーションソフトウェア QMCalib，株式会社トプコンテクノハウス，東京）を用いて行った。

4)プロジェクターを用いてホワイトとランダムドットパターンの2種類を顔の表面に映し出し，頭部固定は行わず，閉唇時とスマイル時の写真を2台のカメラで赤外線レリーズを用いて同期撮影した。この際，空間定義として基準尺（L字定規，JQA JQ0306019，シンワ，新潟）も一緒に撮影した（図4）。

5)2台のカメラで撮影した画像をPC（Vostro3500，DELL,USA）に取り込み，三次元解析ソフトウェア（QM-3000，株式会社トプコンテクノハウス，東京）でステレオペア画像を作成し，座標の基準となるレトロターゲットを貼り付けた2枚のステレオペア画像から，左右の共通な6点以上のレトロターゲットを関連づけ，2台のカメラの位置（カメラ間距離），カメラの回転角（カメラの向き），ポイントの座標を測定する標定作業，次いでポリゴン画像化および三次元画像化を行った（図5）。この解析を閉唇時，ポーズドスマイル時およびフルスマイル時で行い，レトロターゲットを貼付した上唇中央部，下唇中央部，左右口角部，左右頬部の3次元の動きを解析した（図6）。

4. ポーズドスマイルとフルスマイルの精度の検証

ポーズドスマイルとフルスマイルの精度を検証するため被験者6名（正常咬合者3名，ガミースマイル者3名）について閉唇時，ポーズドスマイルとフルスマイルの動作5回を1セットとして日時を変えて2セットの計10回撮影した。上唇中央部，下唇中央部，左右口角部，左右頬部において，それぞれの計測点の閉唇時よりポーズドスマイル時，および閉唇時—フルスマイル時の移動距離を求め，studentのPaired t-testで検定を行った。

5. 統計解析

1) 正常咬合者群内の比較

男女間でのポーズドスマイルとフルスマイル時における口唇運動の特徴を調べるため，閉唇時からポーズドスマイル時およびフルスマイル時の軟組織の変化を上唇中央部と下唇中央部，左右側口角と左右側頬部の水平方向，垂直方向，前後方向についてWilcoxon検定を用いて検定を行った。

2) 正常咬合者群とガミースマイル患者群の比較

正常咬合者群内のポーズドスマイル時とフルスマイル時の比較に男女差を認めたため，正常咬合者群とガミースマイル者群の比較は女性群による比較を行なうこととした。

正常咬合者群とガミースマイル群に分け，閉唇時からポーズドスマイル時およびフルスマイル時の軟組織の変化を上唇中央部と下唇中央部，左右側口角部と左右側頬部の水平方向，垂直方向，前後方向についてMann-Whitney U-testによる検定を行った。

結果

1. 基準点の検証

基準点である左側内眼角から40mm上方の点，右側内眼角から40mm上方の点，鼻尖の三次元座標X, Y, Zを測定した。平均値，標

標準偏差（SD），標準誤差（Se）を示す（表1）。標準誤差は0.001～0.408の小さい安定した値を示した。この結果より，本研究では左右側内眼角から40mm上方の点および鼻尖を基準点として座標系を構築し，計測中の頭部の動きはこの座標系を用いて補正することとした。また，上記三点の重心を原点(0, 0, 0)とした。

2. ポーズドスマイルとフルスマイルの精度の検証

上唇中央部，下唇中央部，左右口角部，左右頬部において，それぞれの計測点の閉唇時-ポーズドスマイル時（以下，ポーズドスマイル時），閉唇時-フルスマイル時（以下，フルスマイル時）の移動距離を求め、studentのPaired t-testで検定を行った。検定の結果、2週間以上期間をあけた同一被験者のポーズドスマイル時およびフルスマイル時のレトロターゲットを貼付した上唇中央部，下唇中央部，左右口角部，左右頬部の3次元の動きに有意差は認められなかった（表2, 3）。

3. 正常咬合者における男女のスマイル時の口唇と頬部の動きの比較

正常咬合者における男女スマイル時の口唇と頬部の軟組織の移動距離の平均値，標準偏差を示す（表4）。本研究における正常咬合者の閉唇時とポーズドスマイル時の口唇と頬部の軟組織の移動方向は，左右頬部は上外側および前方に移動した。上唇中央部の移動方向は上後方に，下唇中央部は下後方に，口角部は上外側および後方に移動し，口角部の移動の差が最も大きかった。全ての計測点の移動方向は男女間に差を認めず，移動距離は女性群より男性群は大きい傾向を示した。ポーズドスマイル時とフルスマイル時の比較では，女性群は水平方向の左右口角部に有意差を認め，垂直・前後方向では有意差は認められなかった。一方，男性群では，下唇中央を除く水平・垂直方向で有意差を認め，フルスマイル時で水平および垂直方向に関わる顔面表情筋の運動は外側方向に大きかった。

上記結果よりポーズドスマイル時とフルスマイル時の比較に男女差を認めたため、正常咬合者とガミースマイル者の比較は女性群のみによる比較を行なうこととした。

4. 正常咬合者群とガミースマイル群のポーズドスマイル時とフルスマイル時における水平方向の運動の関連（表5）

正常咬合者群とガミースマイル群の水平方向の運動ではポーズドスマイル時とフルスマイル時ともに2群間で有意差は認めなかった。

5. 正常咬合者群とガミースマイル群のポーズドスマイル時とフルスマイル時における垂直方向の運動の関連（表6）

垂直方向の運動における2群間の比較では、ポーズドスマイル時において全ての計測項目で有意差は認めなかった。フルスマイルの上唇中央においてガミースマイル群の上唇は有意に上方への大きい運動を示した。ガミースマイル群の右口角および右頬部において有意に外方への大きい運動を示した。

6. 正常咬合者群とガミースマイル群のポーズドスマイル時とフルスマイル時における前後方向の運動の関連（表7）

前後方向の運動の比較においては、ポーズドスマイル時において全ての計測項目で有意差は認めなかった。フルスマイル時の下唇中央では、ガミースマイル群の下唇は有意に後方への大きい運動を示した。

考察

1. 三次元画像撮影方法

デジタルカメラの高解像度化と三次元デジタル処理の高性能化により、頭部を固定せずに生体に非接触で軟組織上のマーカの動きをデジタルカメラで撮影し、三次元的に計測することができるようになった。本システムでは、顔面への貼付の簡易性や患者への負担を考慮し、ステッカー状の直径6.0mmのレトロ

ターゲットをマーカーとして使用した。また、撮影ごとに、マーカーを顔面皮膚上の同一箇所に正確に貼付する必要があるが、マーカー貼付を同一術者が行うことにより、データ採取時における計測点の再現性を担保した。

三次元解析ソフトウェアQM-3000の測定精度は、平面分解能 $0.180 \pm 0.011\text{mm}$ 、奥行分解能 $0.636 \pm 0.064\text{mm}$ で、安静時からスマイル時への口唇、頬部の動きを計測するソフトとしては十分な精度と考えられる。また、計測中の頭部の動きの補正は、被験者の顔面上に設定した3つの基準点を基に三次元座標系を構築し、安静時とスマイル時のデータをその座標系に変換して行った。

補正のために設定する基準点については、表情変化に影響されない点、設定が容易で再現性が高い点であることが要求され、顔面運動による影響が少ないところに基準点を設けるべきである¹¹⁾。本研究では、スマイル解析を行った本藤ら¹²⁾の方法に従い、左右内眼角上方と鼻尖の三点で構成される三角形を基準三角形として選び、それを用いて基準座標系を設定した。その結果、標準誤差は $0.001 \sim 0.408\text{mm}$ であり、本藤らの検証による標準誤差と同等の安定した値が算出された。また、被験者の頭部を装置で固定してスマイル動作を行わせる方法では基準点を設定する必要はないが、完全な頭部固定は自然なスマイル動作を行わせるには難しい。そこで本研究ではリラックスした状態でのスマイル運動を解析するため自然頭位による撮影を行った。

2. スマイル動作について

スマイル時の口唇運動については、ポーズドスマイルが一般的に使用されている。ポーズドスマイルは自発的であるが、感情に左右されたものではない笑顔のことで、学習されたもので再現性があることがAckermanら¹³⁾により示されている。しかし社会活動において、楽しいときに生じる笑顔、すなわちポジテ

イブな情動と対応して表出される真の笑顔である「Genuine smile」と自発的であるが、感情に左右されたものではない「Posed smile」の弁別の失敗は、深刻な問題を引き起こしうることがMcLellanら¹⁴⁾により指摘されている。特に本研究で対象とするガミースマイルを伴う矯正治療患者では、積極的な表情の表現であるフルスマイル時の口元が主訴となることが多い。顔面表情の2次元解析では、正常咬合者のポーズドスマイル、積極的スマイル、フルスマイル、口すぼめの距離計測において再現性に優れていることがHoustisら¹⁵⁾により示されているが、フルスマイルによる口唇運動の精度の検証については報告されていない。本研究において、ポーズドスマイルとフルスマイルの精度を検証するため被験者6名について上唇中央部、下唇中央部、左右口角部、左右頬部において、それぞれの計測点の閉唇時-ポーズドスマイル時、閉唇時-フルスマイル時の移動距離を求め、studentのPaired t-testで検定を行った結果、2週間以上期間をあけた同一被験者のポーズドスマイル時およびフルスマイル時のレトロターゲットを貼付した上唇中央部、下唇中央部、左右口角部、左右頬部の3次元の動きに有意差は認められなかったことより、フルスマイルを用いた表情筋の三次元解析の有用性が示唆された。

スマイル時の口唇運動について、正常咬合者では、口角、上唇は顕著に上方へ移動し、下唇は下方へ動くことが示されている²⁻⁵⁾。一方、Angle II級1類上顎前突のスマイル運動では、上下口唇は正常咬合者よりも上方移動量が少なく下方に位置することが示されている³⁾。また、骨格性下顎前突患者のスマイル運動では、上唇、口角、頬部の動きは小さく⁴⁻⁵⁾、上唇は下方に位置し、下唇は下方に大きく動き、側方、後方への動きは小さいことが示されている。これは骨格的な形態異常が自然なスマイルを表出する妨げとなっていることが要因として考えられている⁴⁾。このように、上顎前突、下顎前突の不正咬合者のスマイル運動時の口唇の動き

は、正常咬合者と異なることが報告されてきたが、ガミースマイルを伴う不正咬合者の口唇の動きおよび、ポーズドスマイルとフルスマイルとの関連は明らかにされていない。本研究では、正常咬合者における男女差について、ポーズドスマイル時とフルスマイル時の比較で、女性群では水平方向の左右口角部に有意差を認め、垂直・前後方向では有意差は認めなかったが、男性群では水平方向の上唇・下唇中央および垂直方向の下唇中央を除く部位で有意差を認め、前後方向では有意差は認めなかったことについて、男性は日常的に表情を意識する機会が女性と比較すると少ないと推測されることから、フルスマイル時に対するポーズドスマイル時の表情の変化は垂直方向で有意に小さくなったと考えられた。また、正常咬合者群とガミースマイル群の比較において、フルスマイル時の上唇中央部の垂直方向および下唇中央部の前後方向で有意差がみられ、の上唇中央部はフルスマイル時に上方に有意に上方へ大きく移動し、下唇中央部が有意に大きく後方へ移動した。ガミースマイルを伴う不正咬合者の口唇の動きは上唇を上方に牽引する上唇挙上筋および口唇をラバーバンド状に被う口輪筋¹⁶⁾の過緊張により、上唇が必要以上に上方に牽引され、下唇を後方へ牽引した可能性が推察された。また、垂直方向の比較においてガミースマイル群の右口角および右頬部においても有意に上方への大きい運動を示したが、これはサンプルがガミースマイル以外にも偏位等の不正咬合を併発しているために得られた結果と推察された。一方、ポーズドスマイルでは正常咬合者とガミースマイル者で有意差が認められなかったことについて、ポーズドスマイルは「感情に関わらない学習された自発的な笑顔で、高い再現性」が報告されている。女性においては、日常的に顔や表情を意識する機会が多いと推測されることから、本研究におけるポーズドスマイル時の垂直方向で有意差が認められなかったと考えられた。以上より、ガミースマイルを伴う矯正治療患者のフルスマイルでは、正常咬合者と比較して大きな上唇の垂直的な運動および下唇の後

方への前後的な運動を有することが明らかとなった。従って、ガミースマイルを伴う患者の矯正治療の際は上顎前歯の圧下のみならず、上唇の上方への垂直的および下唇の後方への前後的な運動量に対する対応が治療方針決定の一要因となる可能性が示唆された。

結 論

ガミースマイルを伴う矯正治療患者のスマイル時の口唇の動きについて三次元解析ソフトウェアを用いて解析し、正常咬合者の口唇の動きとの関連性について検討し、次の結論が得られた。

1. 正常咬合者群のポーズドスマイル時とフルスマイル時の比較では、女性群は水平方向の左右口角部に有意差を認め、垂直・前後方向では有意差は認めなかった。
2. 正常咬合者群のポーズドスマイル時とフルスマイル時の比較では、男性群では、下唇中央を除く水平・垂直方向で有意差を認め、フルスマイル時で水平および垂直方向に関わる顔面表情筋の運動は外側方向に大きかった。
3. 正常咬合者群とガミースマイル群の水平方向の運動ではポーズドスマイル時とフルスマイル時ともに2群間で有意差は認めなかった。
4. 正常咬合者群とガミースマイル群のポーズドスマイル時とフルスマイル時における垂直方向の運動における2群間の比較では、ポーズドスマイル時において全ての計測項目で有意差は認めなかった。フルスマイルの上唇中央においてガミースマイル群の上唇は有意に上方への大きい運動を示した。
5. 正常咬合者群とガミースマイル群のポーズドスマイル時とフルスマイル時における前後方向の運動の比較においては、ポーズドスマイル時において全ての計測項目で有意差は認めな

かった。フルスマイル時の下唇中央では，ガミースマイルの下唇は有意に後方への大きい運動を示した。

著者全員利益相反なし。

文献

- 1) Cummins DM, Bishara SE, Jakobsen JR (1995) A computer assisted photogrammetric analysis of soft tissue changes after orthodontic treatment. Part II: Results. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 108(1):38-47.
- 2) 石川貴子，斉藤陽子，村岡史麻，北原亨，五百井秀樹，中島昭彦（2007）正常咬合者および顎変形症患者のスマイル動作の三次元解析．Orthod Waves-Jpn Ed 66:92-105.
- 3) Islam R, Kitahara T, Naher L, Hara A, Nakasima,A (2009) Lip morphological changes in orthodontic treatment Class II division 1 malocclusion and normal occlusion at rest and on smiling. Angle Orthod 79:256-64.
- 4) Islam R, Kitahara T, Naher L, Hara A, Nakata S, (2010) Lip morphology changes following orthognathic surgery for Class III malocclusion. Angle Orthod 80:344-53.
- 5) 渡部博之（2013）骨格性下顎前突を呈する成人女性におけるスマイル時の頬部軟組織形態．岐歯学誌 39:1-9.
- 6) Peck S, Peck L, Kataja M.(1992)The gingival smile line. Angle Orthod 62:91-100.
- 7) Ioi H, Nakata S, Counts AL. (2010) Influence of gingival display on smile aesthetics in Japanese.Eur J Orthod. 32:633-7.
- 8) Tanaka E, Nishi-Sasaki A, Hasegawa T, Nishio C, Kawai N, Tanne K. (2008) Skeletal anchorage for orthodontic

- correction of severe maxillary protrusion after previous orthodontic treatment. Angle Orthod. 78:181-8.
- 9) Baek ES, Hwang S, Kim KH, Chung CJ.(2017) Total intrusion and distalization of the maxillary arch to improve smile esthetics. Korean J. Orthod. 47:59-73.
- 10) Donatelli RE, Lee SJ.(2013) How to report reliability in orthodontic research: Part 1. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 144:156-61.
- 11) Coulson SE, Croxson GR, Gilleard WL (1999) Three-dimensional quantification of “still” points during normal facial movement. Ann Otol Rhinol Laryngol 108:265-8.
- 12) 本藤景子, 山田一尋. (2016) 下顎骨側方偏位量と骨格性下顎前突者のスマイル時の口唇運動と正面顎顔面骨格形態の関連. Orthodontic Waves-Jpn Ed 75:89-96.
- 13) Ackerman JL, Ackerman MB, Brensinger CM, Landis JR. (1998) A morphometric analysis of the posed smile. Clin Orth Res 1:2-11.
- 14) McLellan T, Johnston L, Dalrymple AJ, Porter R. (2010) Sensitivity to genuine versus posed emotion specified in facial displays. Cognition and Emotion 24: 1277-92.
- 15) Houstis O, Dudic A, Kiliaridis S. (2010) Intraobserver Reliability of the 2-Dimensional Analysis of Facial Expressions. J Oral Maxillofac Surg 68:1498-503.
- 16) Liebgott R. 監訳:小澤英浩 (1984) 歯科学のための解剖学. 第7章 口部の筋: pp220-5.西村書店, 新潟

付図説明文

図1. 三次元画像撮影システムの構成

図2. 閉唇時, ポーズドスマイルとフルスマイルの撮影

図 3 . レトロターゲットの貼付位置

図 4 . 閉唇時（左）ポーズドスマイル時（中央）フルスマイル
の（右）の写真撮影後ステレオペア作成

図 5 . 評定作業と三次元計測

図 6 . 計測点の座標解析

表 1 . 基準点 3 点（左側内眼角 40mm 上方の点（F1）、右側内眼
角 40mm 上方の点（F2）、鼻尖（F3））の再現性

表 2 . ポーズドスマイルにおける各計測点移動距離の再現性

表 3 . フルスマイルにおける各計測点移動距離の再現性

表 4 . 正常咬合者におけるポーズドスマイルとフルスマイルの
口唇運動の比較

表 5 . ガミースマイル群と正常咬合者群のスマイル時における
水平方向の口唇の動きの比較

表 6 . ガミースマイル群と正常咬合者群のスマイル時における
垂直方向の口唇の動きの比較

表 7 . ガミースマイル群と正常咬合者群のスマイル時における
前後方向の口唇の動きの比較

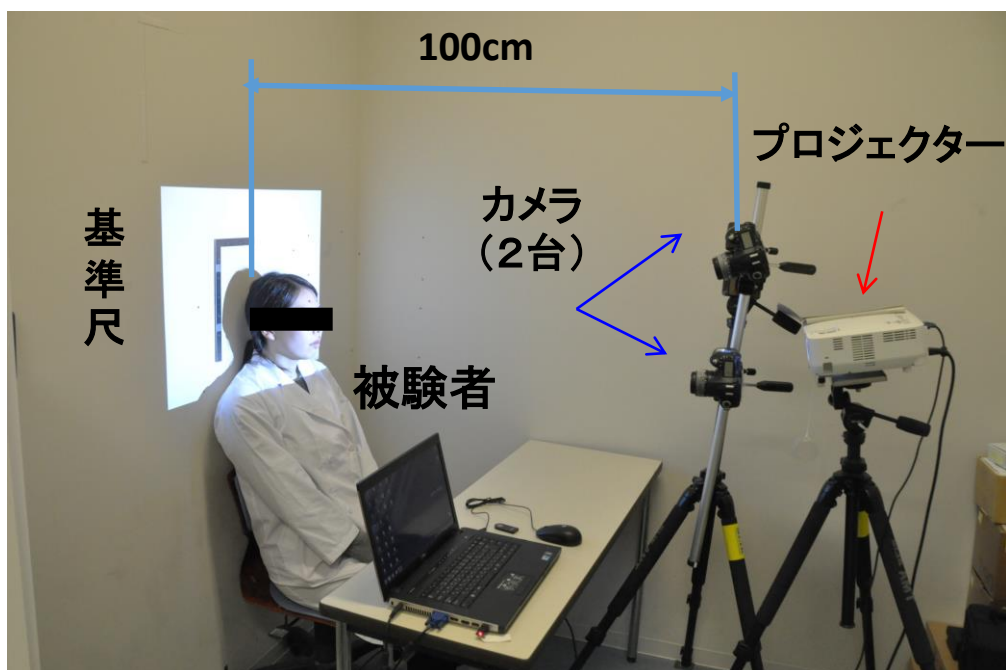
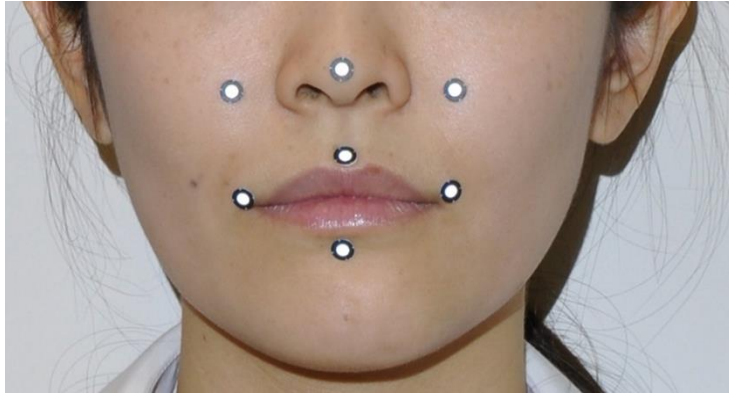
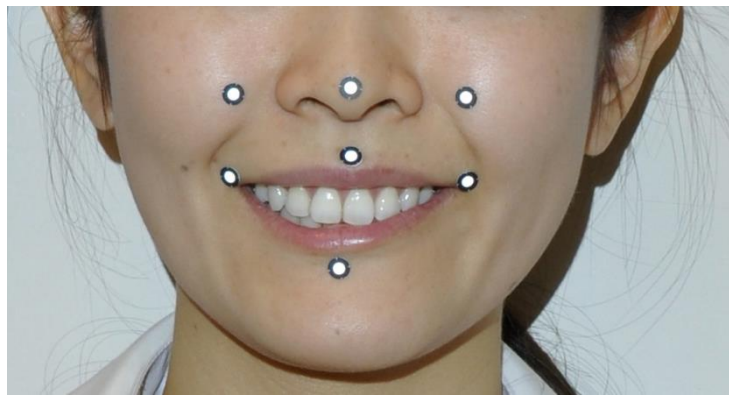


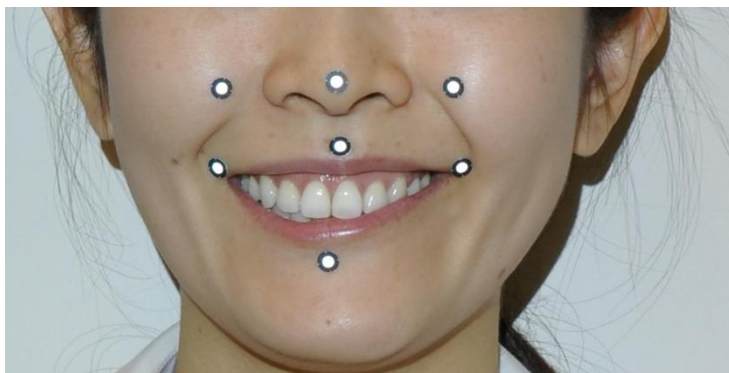
図1



閉唇時



Posed smile時



Full smile時

図2

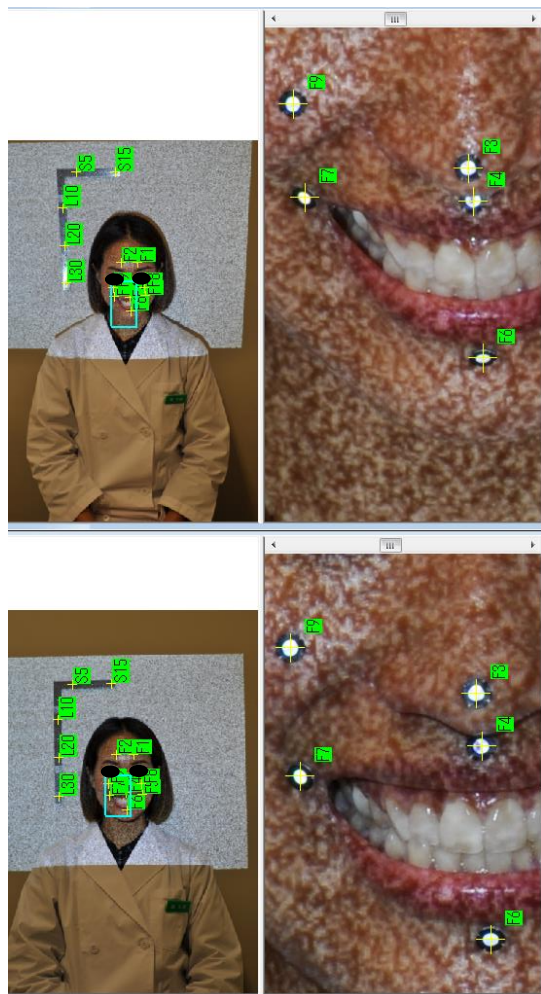


図3

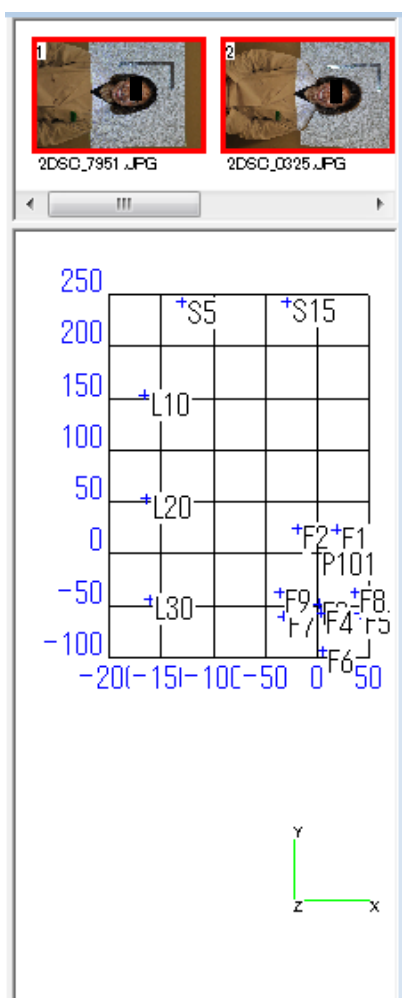


閉唇時(左)ポーズドスマイル時(中央)フルスマイル時(右)
の写真を撮影後ステレオペア作成

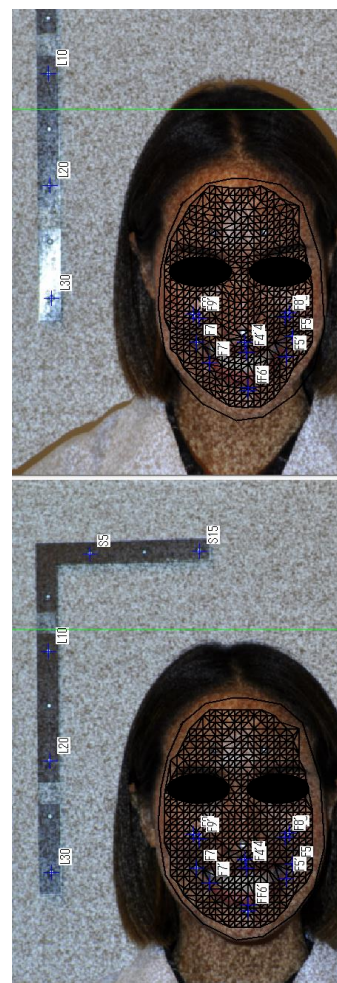
図4



標定作業



算出座標の出力



ポリゴンモデル化



三次元画像

図5

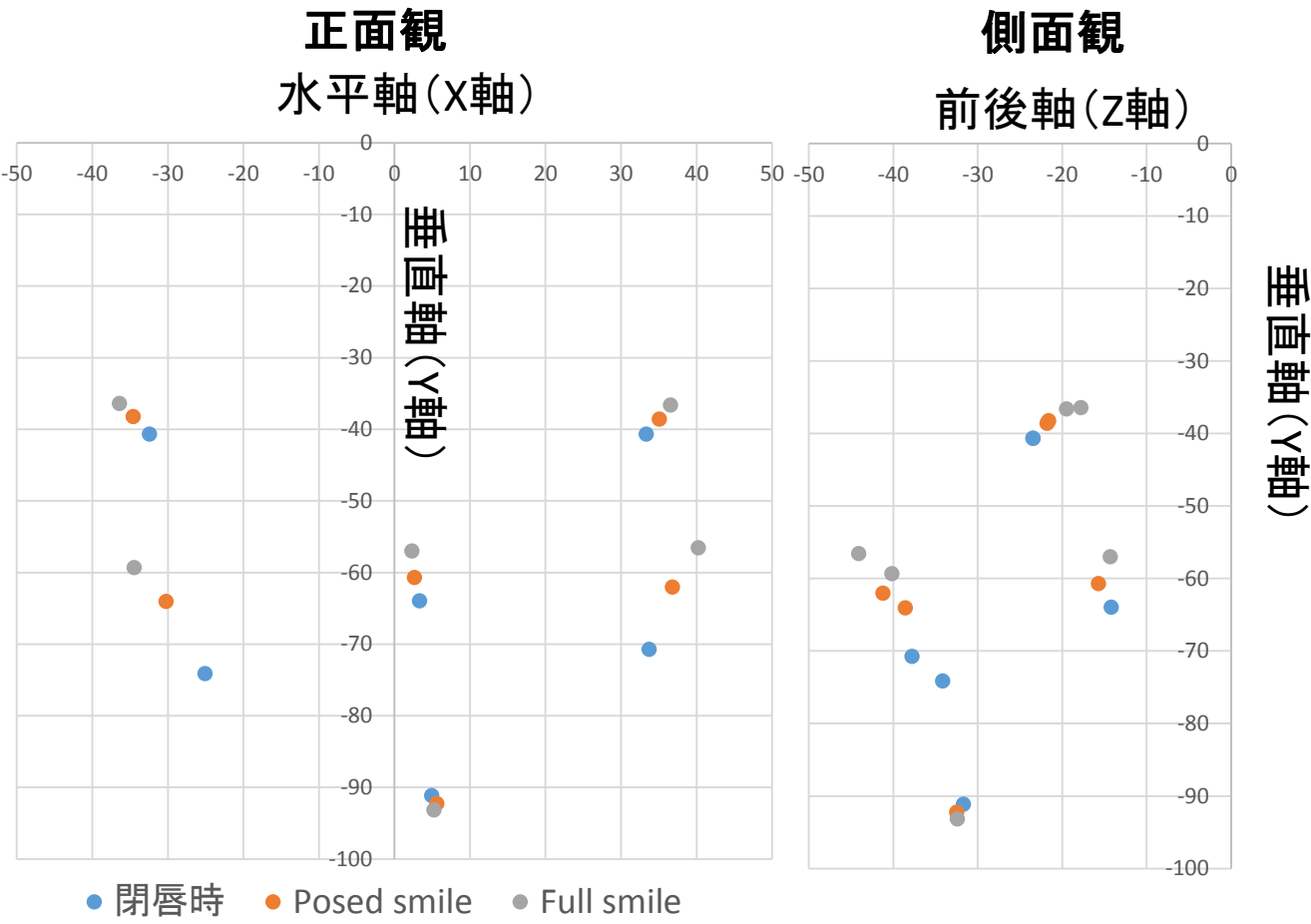


図6

表 1. 基準点3点(左側内眼角40mm上方の点(F1)、右側内眼角40mm上方の点(F2)、鼻尖(F3))の再現性

正常咬合者群					Gummy smile 群				
被験者 1		x	y	z	被験者 4		x	y	z
F1	mean	15.97	26.00	-0.25	F1	mean	14.47	25.37	-0.14
	SD	0.09	0.03	0.03	SD	0.40	0.39	0.37	
	Se	0.061	0.021	0.022	Se	0.282	0.275	0.261	
F2	mean	-14.23	25.99	0.24	F2	mean	-14.41	24.97	0.11
	SD	0.02	0.07	0.06	SD	0.09	0.02	0.34	
	Se	0.013	0.051	0.043	Se	0.060	0.013	0.243	
F3	mean	-1.76	-51.98	0.01	F3	mean	1.66	-49.35	0.03
	SD	0.04	0.05	0.02	SD	0.09	0.37	0.02	
	Se	0.027	0.037	0.013	Se	0.062	0.262	0.018	
被験者 2		x	y	z	被験者 5		x	y	z
F1	mean	20.25	26.73	-0.38	F1	mean	14.57	23.44	-0.42
	SD	0.21	0.07	0.04	SD	0.21	0.55	0.03	
	Se	0.150	0.051	0.029	Se	0.147	0.386	0.025	
F2	mean	-20.24	26.62	0.18	F2	mean	-16.63	22.42	0.38
	SD	0.22	0.29	0.32	SD	0.34	0.07	0.08	
	Se	0.158	0.206	0.229	Se	0.241	0.049	0.054	
F3	mean	-0.01	-53.35	0.02	F3	mean	0.55	-46.38	0.04
	SD	0.01	0.36	0.03	SD	0.58	0.21	0.05	
	Se	0.008	0.256	0.020	Se	0.409	0.146	0.032	
被験者 3		x	y	z	被験者 6		x	y	z
F1	mean	15.74	24.87	-0.26	F1	mean	19.83	25.76	0.05
	SD	0.01	0.10	0.02	SD	0.04	0.16	0.29	
	Se	0.007	0.073	0.016	Se	0.031	0.111	0.202	
F2	mean	-15.33	25.35	0.26	F2	mean	-19.40	24.87	-0.04
	SD	0.09	0.15	0.02	SD	0.26	0.29	0.27	
	Se	0.066	0.106	0.016	Se	0.181	0.206	0.191	
F3	mean	-0.40	-50.21	0.01	F3	mean	-0.22	-49.62	-0.01
	SD	0.08	0.25	0.00	SD	0.06	0.47	0.02	
	Se	0.058	0.179	0.001	Se	0.046	0.329	0.011	

unit:mm

表2. ポーズドスマイルにおける各計測点移動距離の再現性

	正常咬合者群			ガミースマイル群		
	mean	SD	p-value	mean	SD	p-value
X座標						
上唇中央	0.40	1.09	0.875	-0.92	0.86	0.370
左口角	6.43	1.50	0.263	2.92	0.11	0.557
下唇中央	0.35	0.69	0.192	-0.92	1.46	0.294
右口角	-4.83	1.36	0.151	-3.62	1.37	0.448
左頬部	2.72	0.47	0.418	1.48	0.90	0.645
右頬部	-2.49	0.92	0.522	-1.78	0.69	0.649
Y座標						
上唇中央	4.07	1.53	0.976	4.71	0.10	0.405
左口角	6.67	2.18	0.741	3.53	2.89	0.992
下唇中央	-3.98	1.31	0.536	-2.73	5.38	0.362
右口角	5.41	1.66	0.340	4.93	1.48	0.706
左頬部	1.93	1.31	0.989	1.01	1.40	0.830
右頬部	1.59	0.94	0.648	0.76	0.65	0.762
Z座標						
上唇中央	-0.46	2.31	0.979	-1.04	1.14	0.913
左口角	-4.48	5.14	0.745	-5.34	1.30	0.640
下唇中央	-6.14	2.37	0.263	-6.61	0.10	0.258
右口角	-3.56	4.07	0.927	-4.14	3.42	0.947
左頬部	2.17	1.22	0.580	0.35	1.44	0.421
右頬部	2.06	1.06	0.246	2.57	2.54	0.684

unit: mm

表3. フルスマイルにおける各計測点移動距離の再現性

正常咬合者群				ガミースマイル群		
X座標	mean	SD	p-value	mean	SD	p-value
上唇中央	0.66	1.14	0.739	-0.74	1.00	0.954
左口角	7.18	1.40	0.180	5.65	0.52	0.511
下唇中央	0.42	0.68	0.151	0.00	1.13	0.230
右口角	-5.98	1.62	0.114	-5.89	2.37	0.635
左頬部	2.79	0.73	0.481	2.31	0.53	0.394
右頬部	-2.30	0.75	0.142	-2.48	0.34	0.377
Y座標						
上唇中央	5.59	2.16	0.947	6.41	0.55	0.123
左口角	6.92	1.78	0.840	5.19	4.43	0.470
下唇中央	-3.96	1.34	0.524	-5.84	3.13	0.192
右口角	5.24	1.78	0.284	7.07	3.33	0.709
左頬部	2.00	1.20	0.988	1.88	1.34	0.528
右頬部	1.62	0.80	0.712	2.40	1.59	0.772
Z座標						
上唇中央	-0.05	2.10	0.760	-1.30	1.70	0.273
左口角	-4.47	5.12	0.625	-4.23	0.55	0.614
下唇中央	-5.76	2.38	0.298	-8.85	2.13	0.555
右口角	-3.68	3.76	0.841	-5.04	3.93	0.290
左頬部	2.63	1.55	0.794	2.45	0.99	0.259
右頬部	2.08	1.03	0.242	3.57	2.11	0.110

unit: mm

表4. 正常咬合者におけるポーズスマイルとフルスマイルの口唇運動の比較

	水平方向				垂直方向				前後方向			
	Posed smile		Full smile		Posed smile		Full smile		Posed smile		Full smile	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
女性群												
上唇中央	0.08	1.04	0.27	1.29	0.722		2.98	1.53	3.61	1.77	0.286	
左口角	5.07	1.75	6.50	1.94	0.008	*	7.10	3.39	8.57	3.21	0.075	
下唇中央	0.49	0.62	0.90	0.93	0.062		-2.91	1.23	-3.26	1.82	0.213	
右口角	-5.11	2.45	-5.79	2.83	0.050	*	6.76	3.63	7.76	3.84	0.534	
左頬部	2.11	0.98	2.66	0.89	0.006	*	2.65	1.48	3.15	1.40	0.062	
右頬部	-1.96	1.19	-2.11	1.43	0.286		2.40	1.46	2.83	1.52	0.131	
男性群												
上唇中央	-0.16	0.81	-0.12	0.79	0.951		3.77	1.99	4.48	2.03	0.002	*
左口角	5.77	2.56	6.20	2.42	0.012	*	7.13	2.71	8.30	2.88	0.000	*
下唇中央	0.51	1.62	0.43	1.71	0.648		-4.38	1.89	-4.44	1.72	0.831	
右口角	-5.10	2.48	-5.76	2.54	0.001	*	7.11	2.90	8.33	2.76	0.001	*
左頬部	3.10	1.15	3.42	1.04	0.003	*	3.14	1.78	3.75	1.86	0.001	*
右頬部	-2.96	1.09	-3.30	1.00	0.002	*	2.94	1.64	3.48	1.64	0.004	*

unit:mm, *, p<0.05

表5. ガミースマイル群と正常咬合者群のスマイル時における水平方向の口唇の動きの比較

水平方向	正常咬合者群		ガミースマイル群			
Posed smile	Mean	S.D.	Mean	S.D.	U test	Signif.
上唇中央	0.08	1.04	-0.07	0.77	0.574	
左口角	5.07	1.75	4.28	1.73	0.357	
下唇中央	0.49	0.62	0.18	0.90	0.259	
右口角	-5.11	2.45	-5.09	1.64	0.799	
左頬部	2.11	0.98	2.12	0.88	0.838	
右頬部	-1.96	1.19	-2.53	0.94	0.198	
Full smile	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
上唇中央	0.27	1.29	-0.24	1.21	0.443	
左口角	6.50	1.94	6.03	3.02	0.959	
下唇中央	0.90	0.93	0.03	1.92	0.164	
右口角	-5.79	2.83	-7.32	1.79	0.180	
左頬部	2.66	0.89	2.73	1.55	0.474	
右頬部	-2.11	1.43	-3.14	1.23	0.077	

unit:mm

表6. ガミースマイル群と正常咬合者群のスマイル時における垂直方向の口唇の動きの比較

垂直方向	正常咬合者群		ガミースマイル群		U test	Signif.
Posed smile	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
上唇中央	2.98	1.53	3.77	2.15	0.384	
左口角	7.10	3.39	7.42	3.11	0.683	
下唇中央	-2.91	1.23	-3.30	2.47	0.540	
右口角	6.76	3.63	7.39	2.73	0.610	
左頬部	2.65	1.48	2.59	1.54	0.959	
右頬部	2.40	1.46	2.70	1.38	0.574	
Full smile						
上唇中央	3.61	1.77	5.94	2.12	0.013	*
左口角	8.57	3.21	10.82	3.01	0.121	
下唇中央	-3.26	1.82	-3.28	4.20	0.959	
右口角	7.76	3.84	11.17	3.20	0.027	*
左頬部	3.15	1.40	4.23	1.69	0.134	
右頬部	2.83	1.52	4.47	1.74	0.036	*

unit:mm, *: p<0.05

表7. ガミースマイル群と正常咬合者群のスマイル時における前後方向の口唇の動きの比較

前後方向	正常咬合者群		ガミースマイル群			
Posed smile	Mean	S.D.	Mean	S.D.	U test	Signif.
上唇中央	-0.97	1.11	-1.32	2.86	0.760	
左口角	-4.38	4.09	-5.23	3.97	0.413	
下唇中央	-2.41	2.40	-5.08	5.75	0.036	
右口角	-4.45	3.65	-5.51	5.20	0.474	
左頬部	2.50	1.56	2.51	2.24	0.799	
右頬部	2.23	1.53	2.80	2.73	0.507	
Full smile						
上唇中央	-1.27	2.77	-3.69	6.35	0.217	
左口角	-6.03	6.14	-9.96	9.99	0.237	
下唇中央	-3.37	5.47	-10.82	10.57	0.015	*
右口角	-6.11	6.43	-10.59	12.29	0.237	
左頬部	2.89	2.36	1.69	4.64	0.959	
右頬部	2.34	3.82	1.84	5.65	1.000	

unit:mm, *: p<0.05